



## **Solvarmeanlæg ved biomassefyrede fjernvarmecentraler m.m. Simuleringsresultater**

**Heller, Alfred**

*Publication date:*  
2001

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Heller, A. (2001). *Solvarmeanlæg ved biomassefyrede fjernvarmecentraler m.m. Simuleringsresultater*. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering. BYG Sagsrapport No. SR 01-16

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Alfred Heller

Solvarmeanlæg ved biomassefyrede  
fjernvarmecentraler m.m.

Simuleringsresultater

Sagsrapport  
BYG•DTU SR-01-16  
2001  
ISSN 1396-402x

# Solvarmeanlæg ved biomassefyrede fjernvarmecentraler m.m.

Simuleringsresultater

Alfred Heller

Department of Civil Engineering  
DTU-bygning 118  
2800 Kgs. Lyngby  
<http://www.byg.dtu.dk>

2001

## INDLEDNING

I det nærværende notat nedfældes de resultater som er genereret som en del af projektet ”Solvarmeanlæg ved biomassefyrede fjernvarmecentraler og andre store forbrugere”. Projektet er gennemført under ledelse af Klaus Ellehauge, Solenergicenter, Teknologisk Institut. Projektet er finansielt støttet af Energistyrelsen gennem Udviklingsprogram for Vedvarende Energi, J.Nr. 51181-0089.

Det foreliggende notat kan ikke anvendes uafhængigt, da dette vil indgå i en endelig afrapportering gennem Solenergicenter.

Teknologien der behandles i det foreliggende projekt er solvarmecentraler, dvs. store solvarmeanlæg. I det foreliggende koncept ses på hvordan solvarmen kan kombineres med biomassefyrede kedelanlæg. Hele anlægget antages at skulle forsyne et fjernvarmesystem. Forbruget som er en forudbestemt parameter ved beregningerne vil bestå af en hel masse faktorer, f.eks. varmtvandsforbrug, boligopvarmning og tab i alle mulige komponenter. Når der tales om ”last” er det dette totale behov for varmforsyning til at dække alle disse forbrug og tab.

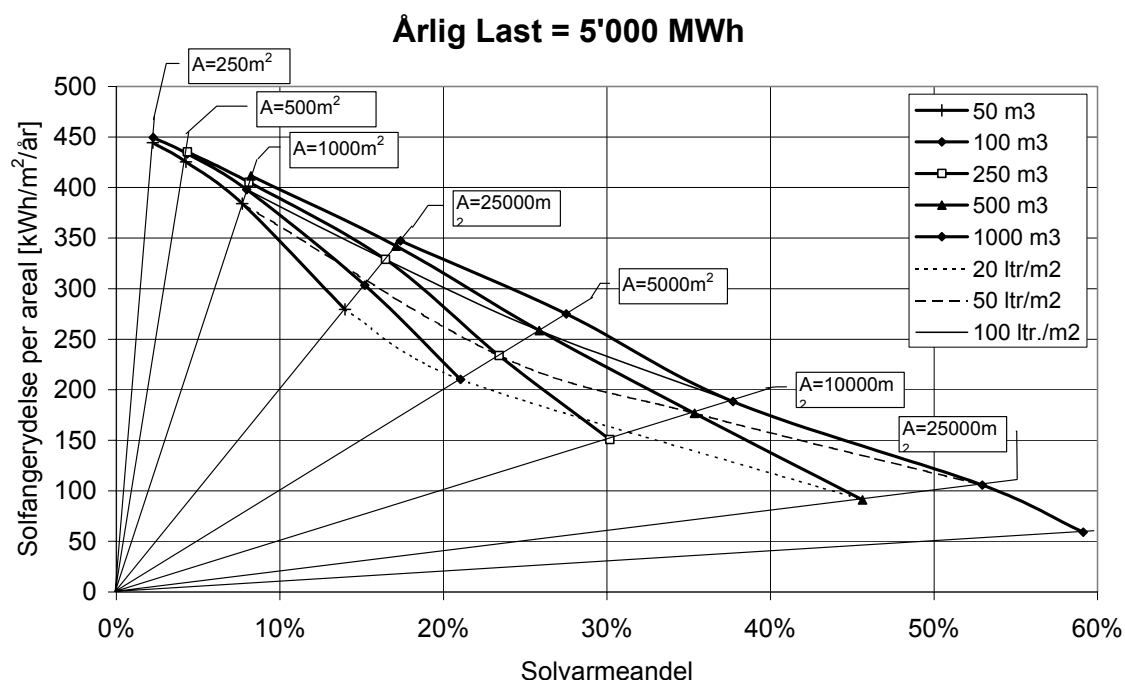
Notatet præsenterer en række resultater der er genereret ved hjælp af en TRNSYS-model, et termisk simuleringsprogram. I programmet er der i fællesskab opbygget en model der kan gengive de termiske betingelser for solvarmecentraler med tilhørende biomassekedel og varmelager. Mere herom ville kunne findes i den endelige rapport.

Der gennemføres to sæt beregninger:

1. Last = 5.000 MWh
2. Last = 20.000 MWh

# 1. RESULTATER FOR ÅRLIGT FORBRUG PÅ 5.000 MWh

Beregningsresultater uden efterbehandling ser således ud:



Figur 1 Isografer for et forbrug på 5000 MWh per år.

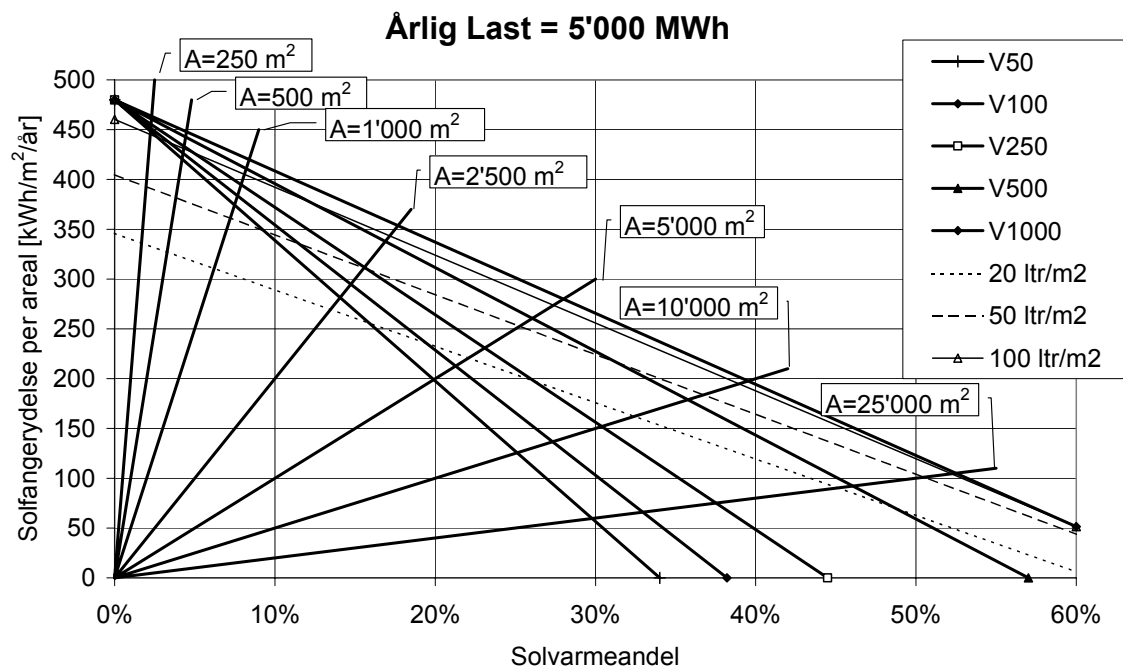
Figuren viser på x-aksen solvarmeandelen i % og på y-aksen den ydelse som solfangerne forsyner fjernvarmeledningen med. De linier der går ud fra nulpunktet og spreder sig som en stjerne er linier hvorpå arealet for solfangerne er holdt konstant. De fuldt udtrukne linier der løber fra venstre til højre med faldende tendens er linier der forbinder punkter hvor volumen per solfangerareal i lagertanken holdes konstant. De stiplede linier forbinder de punkter der har den samme volumen for lagertanken.

I figuren ses tendenser til systematiske forhold, der giver anledning til simplificering af størrelserne ved lineare og polynomium-approximationer. Dette undersøges i det følgende og refereres i tabellen med statistiske størrelser der viser "godheden" af tilnærmelserne. Vi får dermed følgende tilnærmelse for de to forbrugsværdier 5000 og 20000 MWh per år.

Tabel 1. Approksimationer til beregningsresultater fra BioSol-modellen for et forbrug på 5.000 MWh per år.

Forbrug = 5.000 MWh/år	Linear koeficient	Konstant	R <sup>2</sup>	2. grads polynomium: Anden ordens koeficient	2. grads polynomium: Første ordens koeficient	2. grads polynomium: Konstant	R <sup>2</sup>
Volumen = 50 m <sup>3</sup>	-1421,6	483,5	0,988	-4771,1	-629,0	460,8	1
Volumen = 100 m <sup>3</sup>	-1279,5	488,8	0,99	-2632,6	-667,8	466,8	1
Volumen = 250 m <sup>3</sup>	-1110,6	494,1	0,99				
Volumen = 500 m <sup>3</sup>	-866,6	494,1	0,99				
Volumen = 1000 m <sup>3</sup>	-681,5	460,4	0,99				
Volumen/Areal = 20 ltr/m <sup>2</sup>	-566,6	345,9	0,98	1573,5	-1533,5	463,2	1
Volumen/Areal = 50 ltr/m <sup>2</sup>	-602,2	404,9	0,94	948,0	-1180,0	466,8	0,99
Volumen/Areal = 100 ltr/m <sup>2</sup>	-681,4	460,4	0,99				
Areal = 250 m <sup>2</sup>	200	0					
Areal = 500 m <sup>2</sup>	100	0					
Areal = 1'000 m <sup>2</sup>	50	0					
Areal = 2'500 m <sup>2</sup>	20	0					
Areal = 5'000 m <sup>2</sup>	10	0					
Areal = 10'000 m <sup>2</sup>	5	0					
Areal = 25'000 m <sup>2</sup>	2	0					

Disse resultater kan visualiseres på følgende måde:

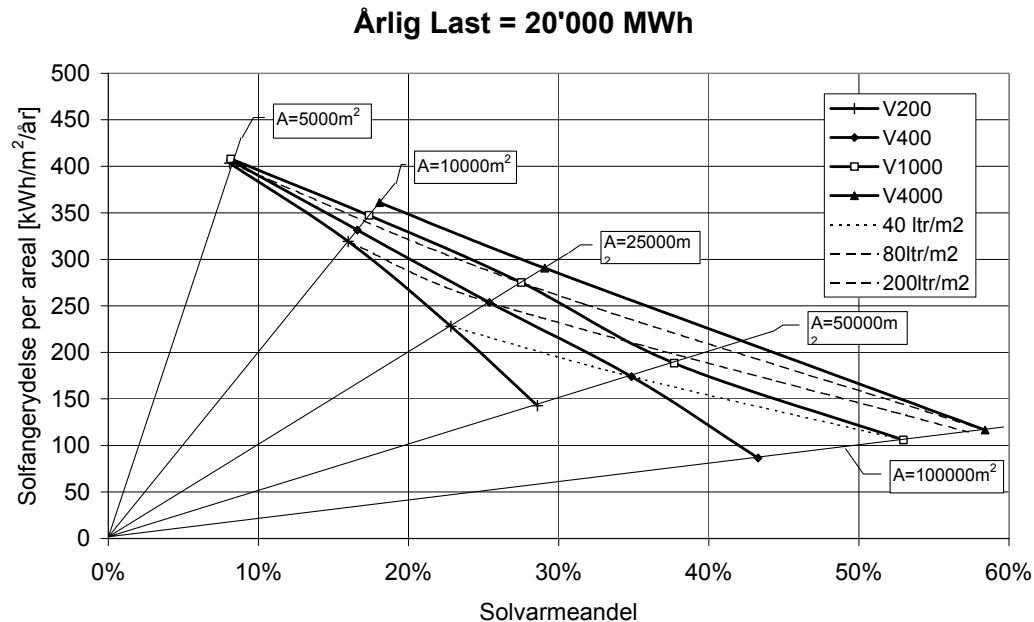


Figur 2. Linear approksimation af beregningsresultater for et årligt forbrug på 5.000 MWh.

Det er vigtigt at fremhæve at der for små tankvoluminer under 300 liter per m<sup>2</sup> solfanger opstår alvorlige kogningsproblemer som skal køles væk om natten. Det kan altså ikke anbefales at anvende kombinationer der leder til sådanne forhold.

## 2. RESULTATER FOR ÅRLIG FORBRUG PÅ 20.000 MWh

Tilsvarende beregningsresultater uden simplificering for et totalforbrug på 20.000 MWh årligt er vist i følgende figur.



Figur 3 Isografer for et forbrug på 20.000 MWh per år.

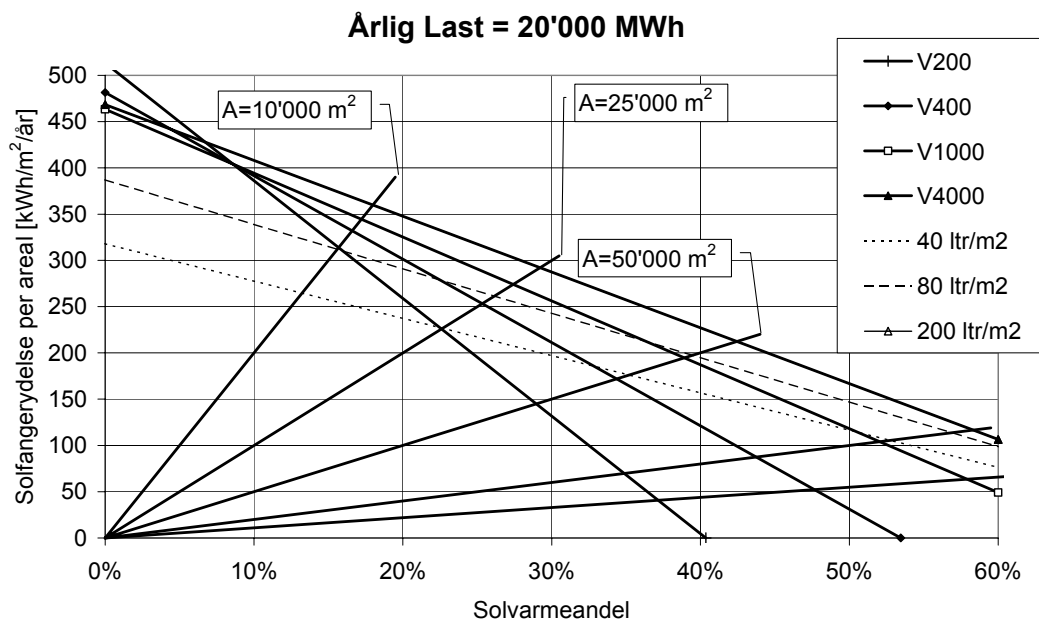
Vi ser af figuren at forholdene er endnu tydeligere lineære i sammenligning med det mindre forbrug. Approksimationer er gengivet i følgende tabel og plot.



Tabel 2. Approksimationer til beregningsresultater fra BioSol-modellen for et forbrug på 20.000 MWh per år.

Forbrug = 20.000 MWh/år	Linear koefficient	Konstant	R <sup>2</sup>	2. grads polynomium: Anden ordens koefficient	2. grads polynomium: Første ordens koefficient	2. grads polynomium: Konstant	R <sup>2</sup>
Volumen = 200 m <sup>3</sup>	-1271,7	513,3	0,991	-1538,2	711,9	471,3	1
Volumen = 400 m <sup>3</sup>	-900,7	481,5	0,999				
Volumen = 1'000 m <sup>3</sup>	-690,4	463,3	0,994				
Volumen = 4'000 m <sup>3</sup>	-603,2	468,3	0,997				
Volumen/Areal = 40 ltr/m <sup>2</sup>	-403,3	318,0	0,998				
Volumen/Areal = 80 ltr/m <sup>2</sup>	-480,8	387,1	0,990				
Volumen/Areal = 200 ltr/m <sup>2</sup>	-603,2	468,3	1				
Areal = 5'000 m <sup>2</sup>	50	0	-				
Areal = 10000 m <sup>2</sup>	20	0	-				
Areal = 25'000 m <sup>2</sup>	10	0	-				
Areal = 50'000 m <sup>2</sup>	5	0	-				
Areal = 100'000 m <sup>2</sup>	2	0	-				

Igen kan disse visualiseres som plot:



Figur 4. Linear approksimation af beregningsresultater for et årligt forbrug på 20.000 MWh.

Bemærk: Isolinier for arealerne kan findes ved simpel geometrisk aflæsning.